Lane Medical Library

ÜBER MUSCULÖSE VERBINDUNGEN ZWISCHEN VORKAMMER UND KAMMER BEI VERSCHIEDENEN WIRBELTHIERHERZEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KÖNIGLICHEN FRIEDRICH WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

VORGELEGT

VON

KARL BRAEUNIG

AUS CHARLOTTENBURG,

UNTERARZT IM GROSSHERZOGLICH MECKLENBURGISCHEN FÜSILIER-REGIMENT NR. 90

WELCHER DIESELBE

SAMMT DEN ANGEHÄNGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

AM 26. JULI 1904, NACHMITTAGS 2 UHR.

OPPONENTEN:

HERR UNTERARZT MÜGGE, HERR UNTERARZT BAMBERG,
HERR UNTERARZT BEBERT.

LEIPZIG,

VEIT & COMP.

1904.

Gedruckt mit Genehmigung der Medicinischen Facultät der Universität Berlin.
Referent: Prof. Dr. Engelmann.

Diese Arbeit erscheint im
Archiv für Anatomie und Physiologie. 1904. Physiologische Abtheilung. (Suppl.)

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

HERRN PROF. DR. TH. W. ENGELMANN

GEHEIMEM MEDICINALRATH
UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTS
DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN

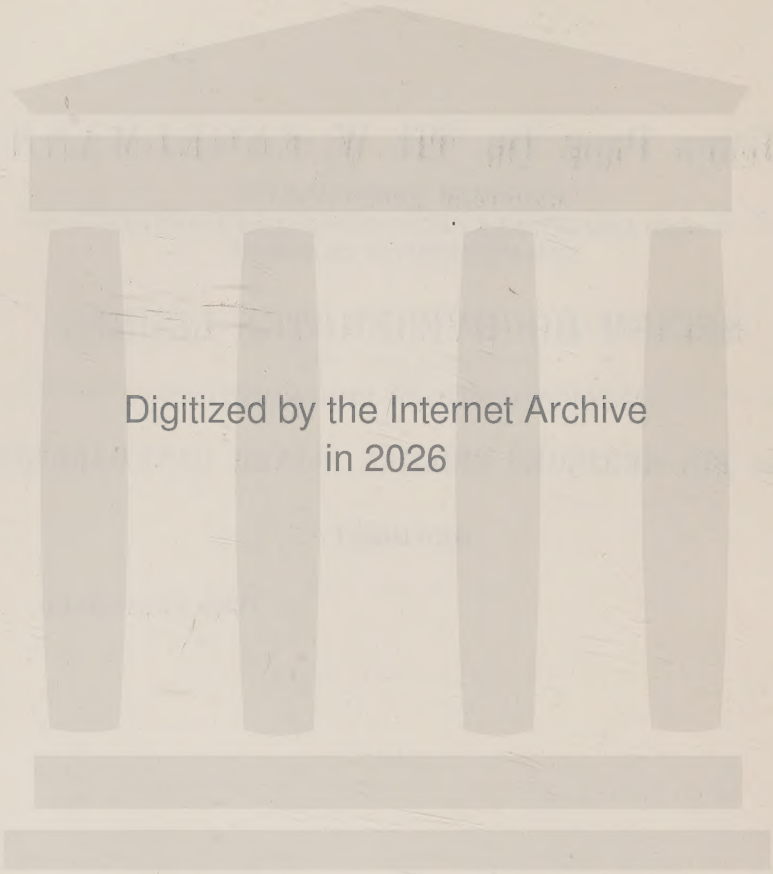
SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER

IN AUFRICHTIGER EHRERBIETUNG

ALS EIN GERINGES ZEICHEN SEINER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/ubermusculosever0000karl

Von den Gegnern der „myogenen Theorie der Herzbewegung“ wird als einer der schwerwiegendsten Einwände regelmässig in's Feld geführt die vollkommene Trennung der Vorhofs- und Kammermusculatur. Die Sonderung des ursprünglich einheitlichen Herzschlauches in den Atrium- und den Ventrikelantheil soll eine so vollständige sein, dass am ausgebildeten Herzen auch nicht die kleinste Muskelbrücke mehr Zeugniss ablegt von der Einheitlichkeit der ursprünglichen Anlage.

Und an diesem Dogma wird, besonders von Seiten der Anatomen, mit einer geradezu erstaunlichen Zähigkeit festgehalten; die verschiedenen Arbeiten, welche musculäre Verbindungszüge zwischen Vorkammer- und Kammermusculatur beschreiben, werden andauernd völlig ignorirt. Um nur ein Beispiel zu nennen: In der im Jahre 1899 erschienenen siebenten Auflage des berühmten Lehrbuchs der Anatomie von Carl Gegenbaur findet sich auf Seite 217 im zweiten Bande der Satz: „Die Musculatur der Vorhöfe ist von jener der Kammern vollständig getrennt ....“ Und schon im Jahre 1893 hatte Wilhelm His jun. das ganz constante, vom Septum atriorum zum Septum ventriculorum verlaufende Muskelbündel beschrieben und abgebildet (siehe später, S. 7).

Aber wegen der grossen Bedeutung, welche die Muskelbrücken für das Zustandekommen der coordinirten Herzthätigkeit nach der myogenen Theorie der Herzbewegung haben, darf man diese Frage nicht auf sich beruhen lassen. Es muss vielmehr von Seiten der Physiologen solange immer und immer wieder auf die Existenz der musculären Verbindungen zwischen Vorhöfen und Ventrikeln des Herzens hingewiesen werden, bis dieselben auch in die anatomischen Handbücher Eingang gefunden haben.

Unter diesem Gesichtspunkt hält Verf. es nicht für unnütz, einerseits die früheren Arbeiten über diesen Gegenstand zusammenzustellen und einmal wieder in Erinnerung zu bringen, andererseits aber auch seine eigenen Befunde an verschiedenen Wirbelthierherzen zu beschreiben.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdankt der Verf. seinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Geheimen Medicinalrath Prof. Dr. Th. W. Engelmann, welcher auch weiterhin derselben dauernd sein Interesse geschenkt hat. Die mikroskopischen Arbeiten sind in der unter Leitung des Hrn. Geheimen Medicinalraths Prof. Dr. Fritsch stehenden mikroskopisch-biologischen Abtheilung des physiologischen Instituts ausgeführt worden. Das untersuchte Material ist zum Theil auf Kosten des Instituts beschafft worden. Durch Ueberlassung von Material und mit werthvollem Rath hat mich auch Hr. Dr. L. Brühl unterstützt, ebenso wie Hr. Dr. Max Borchert, Assistent der mikroskopisch-biologischen Abtheilung des physiologischen Instituts. Es sei mir gestattet, den genannten Herren an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

An älteren Angaben über musculäre Verbindungen zwischen Vorkammer- und Kammermusculatur finde ich die folgenden in der Litteratur der letzten Zeit:

1. W. H. Gaskell, On the innervation of the heart, with especial reference to the heart of the tortoise.[1]

Gaskell beschreibt beim Schildkröten- und beim Froschherzen an der Atrioventriculargrenze einen circulären Muskelzug, mit dem einerseits die Musculatur der Vorhöfe, andererseits die Kammermusculatur zusammenhängen soll. Ein ähnliches Verhalten hat er an der Grenze zwischen Venensinus und Vorkammern gefunden. Die Elemente; aus denen sich die musculären Ringe zusammensetzen, sollen nicht den wohlausgebildeten Muskelzellen der Ventrikelmusculatur entsprechen, jedoch durchgehends mehr oder minder deutliche Querstreifung zeigen. Ihre Kerne sollen grösser als die der Ventrikelmusculatur, die Gestalt dieser Muskelzellen soll spindelförmig sein. Im Ganzen sollen sie den — im Vergleich zu den Muskelzellen des Ventrikels — weniger entwickelten, primitiveren Elementen des Venensinus gleichen.

2. A. F. Stanley Kent, Researches on the structure and function of the mammalian heart.[2]

Der Verf. hat bei neugeborenen Ratten einen directen, continuirlichen Uebergang der Vorhofsmusculatur in die Kammermusculatur gefunden, und nach seiner Darstellung wird dieser Zusammenhang der Musculatur

[1] *Journal of physiology.* 1883. Vol. IV. p. 43.
[2] *Ebenda.* 1893. Vol. XIV. p. 233.

der Herzabschnitte niemals völlig durch das im weiteren Entwickelungsgange zwischen Vorkammer und Kammer einwachsende Bindegewebe aufgehoben; vielmehr sollen sich auf jeder Entwickelungsstufe, selbst noch bei ausgewachsenen Thieren, Reste desselben sowohl im Septum, als auch in den äusseren Wandungen des Herzens vorfinden. Ausserdem beschreibt der Verf. bei höheren Thieren noch eine andere Art von Verbindungen zwischen Atrien und Ventrikeln, nämlich eigenthümliche, quergestreifte, vielfach verzweigte, dünne Muskelfasern, welche, in dem trennenden Bindegewebe liegend, einerseits mit der Kammermusculatur, andererseits mit der Musculatur der Vorkammern in Verbindung stehen. (Ich will gleich hier bemerken, dass es mir bei keinem der von mir untersuchten Herzen gelungen ist, diese letztere Art der musculären Verbindungen zu sehen. Ich komme später darauf noch einmal zurück.)

3. Wilhelm His jun., Die Thätigkeit des embryonalen Herzens und seine Bedeutung für die Lehre der Herzbewegung beim Erwachsenen.[1]

His geht von primitiven phylogenetischen und ontogenetischen Zuständen des Herzens aus, wie sie das Fischherz und die Herzen junger Embryonen (der menschliche Embryo etwa in der vierten Woche) darbieten. Durch die bekannte schleifenförmige Krümmung des ursprünglichen Herzschlauches, durch das Auswachsen der Herzohren aus dem hinteren Schenkel der Schleife, die den Bulbus arteriosus, den vorderen Schleifenschenkel umgreifen, und durch die Ausbildung des Canalis auricularis zwischen dem ersten und zweiten Bogen der schleifenförmigen Anlage ist die Sonderung des Vorhofstheiles vom Ventrikelantheil gegeben. Eine Scheidewand fehlt im Herzen noch ganz.

Für die weitere Entwickelung gewinnt nun die Einstülpung des Ohrcanals in den Ventrikel und seine in den letzteren hineinragende trichterförmige Umschlagsfalte hervorragende Bedeutung. Zwischen die beiden Blätter der Falte wächst vom Epicard her Bindegewebe ein, das indessen in dem bezeichneten frühesten Stadium die Continuität der Musculatur an ihrer Umschlagsstelle nicht alterirt. Weiterhin aber trennt das Bindegewebe völlig die beiden Schichten der Musculatur, von denen die äussere nun mit der Wand des Ventrikels verschmilzt und später nicht mehr nachweisbar ist, während die innere sich der Innenfläche des Ventrikels anlegt, wo sie in die Trabekel übergeht, so eine secundäre Muskelverbindung zwischen Atrium und Ventrikel herstellend. Dieser Zustand der Atrioventriculargrenze erhält sich nach His dauernd bei Amphibien und Reptilien, während er bei Säugethieren nicht zur Ausbildung kommt, da bei letzteren der eingestülpte Ohrcanal frühzeitig eine anderweitige Umbildung erfährt. Für

[1] *Arbeiten aus der medicinischen Klinik zu Leipzig.* 1893.

das Säugethierherz beschreibt er dann ein constantes Muskelbündel, das vom Septum atriorum beginnt, dann im Bindegewebe der Atrioventricular-grenze verlaufend, sich der oberen Kante des Septum ventriculorum unter mehrfachem Faseraustausch anlegt und schliesslich, nachdem es das Binde-gewebe zwischen Vorhofs- und Kammerscheidewand in schräger Richtung durchsetzt hat und auf die linke Seite des Septum ventriculorum gelangt ist, in der Musculatur der letzteren endigt. Ueber die Entwickelung dieser Art der musculösen Verbindung zwischen Kammer und Vorkammer wird in der Arbeit von His leider nichts gesagt.

Die hervorragende und mit guten Abbildungen versehene Arbeit scheint seither wenig beachtet worden zu sein.

4. Robert Retzer, Ueber die musculöse Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel des Säugethierherzens.

(Die Arbeit ist noch nicht erschienen, wird aber demnächst in diesem Archiv, Anat. Abthlg., veröffentlicht werden. Sie ist mir durch Vermittelung von Hrn. Geheimen Medicinalrath Prof. Dr. Engelmann schon jetzt zugänglich gemacht worden. Meine eigenen Untersuchungen waren in der vorliegenden Form im Wesentlichen bereits abgeschlossen, als mir die Abhandlung Retzer's bekannt wurde.)[1]

Der Verf. fand das von His zuerst beschriebene „Atrioventricular-bündel", wie er es nennt, bei zwei Ratten, einer jungen Katze, einem ausgewachsenen Kaninchen und einem ebensolchen Hunde durch die mikroskopische Untersuchung. Makroskopisch präparirt hat er es an mehreren Menschenherzen. Seine Beschreibung vom Verlaufe dieses Atrioventricular-bündels im Septum cordis stimmt mit den von mir an Säugethierherzen erhobenen Befunden ziemlich genau überein.

Bei meinen Untersuchungen habe ich mich folgender Methoden bedient:

A. Die kleineren Herzen wurden mit Igelstacheln auf Korkplättchen so fixirt, dass sie mit ihrer Vorderseite auflagen, die Atrien neben einander, das Septum senkrecht zur Unterlage. In dieser Anordnung wurden sie auch eingebettet und geschnitten, so dass die Serien, mit den hinteren Abschnitten des Herzens beginnend, nach vorn fortschreiten und mit den grossen arteriellen Gefässen endigen.

B. Aus den grösseren Herzen wurden zwecks besserer Orientirung und bequemerer Bearbeitung die verschiedenen Abschnitte der Atrioventricular-grenze isolirt untersucht. Und zwar wurde einerseits das Septum des Herzens mit der Aorta herausgeschnitten und so eingebettet, dass durch die senkrecht zum Septum und parallel zur Herzachse geführten Schnitte

[1] Inzwischen ist die Arbeit erschienen: *Arch. f. Anat. u. Physiol.* Anat. Abthlg. Jahrgang 1904, 1. Heft.

die hinteren Abschnitte des Septums zuerst, die vorderen mit dem Ursprung der Aorta zuletzt in Serien zerlegt wurden (vgl. Taf. I, Figg. 1 bis 5). Andererseits wurden aus den Seitenwänden des Herzens die die rechte und linke Atrioventricular grenze enthaltenden Theile herausgeschnitten, mit Igelstacheln auf Korkplatten flach ausgebreitet, so fixirt und dann in einer solchen Stellung eingebettet, dass die Schnitte senkrecht zur Herzwand und parallel zur Herzaxe fielen und also jeder einzelne von ihnen durch die Atrioventricular grenze ging.

Zur Fixirung wurde durchweg 10 procentige Formalinlösung benutzt, zur Einbettung theils Paraffin, theils Celloidin. Die Schnittdicke schwankt zwischen 10 und 20 μ.

Zur Färbung bediente ich mich ausschliesslich der van Gieson'schen Methode, welche mir von allen Färbungen die sicherste und schönste Differenzirung des Bindegewebes und der Musculatur zu geben schien. Das Bindegewebe wird leuchtend roth, die Musculatur gelb, während sich die Kerne rothbraun bis dunkelviolett färben (vgl. Taf. I).

Die Figuren der Tafel habe ich selbst nach meinen Präparaten theils aus freier Hand, theils (Figg. 1 bis 5) mit Hülfe eines Leitz'schen Zeichenapparates in der mikroskopisch-biologischen Abtheilung des physiologischen Institutes zu Berlin ausgeführt.

Die Untersuchung ging von den einfacheren Verhältnissen aus, wie wir sie im Herzen der Amphibien und Reptilien antreffen. Es wurden also zuerst nach dem oben unter A. angegebenen Verfahren vorbereitet und in Serien zerlegt:

1. zwei Herzen vom Wassermolch Triton cristatus;
2. zwei Herzen vom Frosch (Rana esculenta);
3. ein Ringelnatterherz (Tropidonotus natrix).

Sie zeigten alle — bis auf ein Froschherz, das eine geringfügige, aber interessante, später noch zu besprechende Abweichung darbot (vgl. S. 10) — ziemlich übereinstimmende Verhältnisse.

Durchmustert man diese Serien, die, wie oben erwähnt, immer mit den hinteren Abschnitten des Herzens beginnen, so findet man zunächst Schnitte, in denen Vorkammer- und Kammerwand tangential angeschnitten sind und, durch reichliches, zum Theil pigmentirtes Bindegewebe getrennt, neben einander liegen. Weiterhin rücken sie immer näher zusammen, allmählich fallen auch die Herzhöhlen in den Bereich der Schnitte und schliesslich wird das Ostium atrioventriculare erreicht.

Unmittelbar, bevor man beim Durchgehen einer solchen Schnittserie an diesen Punkt kommt, sieht man in einigen wenigen Schnitten Vorkammer- und Kammermusculatur, ohne dass Bindegewebe dazwischen tritt, in breiter Ausdehnung sich an einander legen. Die darauf folgenden zahl-

reichen Schnitte, welche das Ostium atrioventriculare enthalten, zeigen dann je an zwei Stellen, auf (mehr oder minder mathematisch genauen) radiären Durchschnitten dasselbe, was auch die eben erwähnten, wenigen, tangential das Ostium treffenden Schnitte darboten, nämlich einen directen Contact von Vorkammer- und Kammermusculatur.

Fig. 9, Taf. I stellt dies Verhalten vom Ringelnatterherzen dar. Für die Figur wurde ein Schnitt gewählt, der ungefähr dem grössten Durchmesser des betreffenden Herzens entspricht und also die Herzwand in annähernd radiärer Richtung durchsetzt. Die Zeichnung zeigt nur eine Seite des Schnittes, da die andere Seite naturgemäss dieser ziemlich symmetrisch ist. In der Figur liegt die Herzhöhle nach links; von rechts, also von aussen her, sieht man, wie sich in den tiefen Sulcus zwischen Atrium (*A*) und Ventrikel (*V*) das roth gefärbte Bindegewebe einschiebt, fast bis zum Ostium atrioventriculare, aber doch nicht völlig; vielmehr geht am Grunde des Sulcus, unmittelbar an der inneren Oberfläche des Herzens, da, wo der Klappenapparat des Ostium venosum sich ansetzt, die Vorkammermusculatur direct in die Trabekeln der innersten Schichten der Ventrikelmusculatur über. Die betreffende Stelle ist in Fig. 9, Taf. I durch ein *X* bezeichnet.

Und versuchen wir nun, uns mit Hülfe dieser mikroskopischen Bilder, indem wir das Verhalten auf den tangentialen mit dem auf radiären Schnitten vergleichen, eine Vorstellung von dem wahren Sachverhalt an der Atrioventricular grenze dieser verhältnissmässig einfachen Amphibien- und Reptilienherzen zu machen, so kommen wir zu dem Resultat, dass sich bei denselben am Grunde des Sulcus circularis cordis, unmittelbar an die Innenfläche des Herzens angrenzend, eine dünne, das venöse Ostium rings umgebende Schicht von Muskelgewebe vorfindet, mit der sowohl die Kammermusculatur, als auch die der Vorkammern in Zusammenhang steht.

Es ist eben das Verhalten der Musculatur am Ostium atrioventriculare, das bereits im Jahre 1893 von Wilhelm His jun. (siehe oben, S. 7) für diese Entwickelungsstufe des Wirbelthierherzens beschrieben worden ist.[1] Der einfache Ventrikel steht zunächst mit den Atrien durch den — bereits die trichterförmige Einstülpung aufweisenden — Ohrcanal in Verbindung. Nach His jun. erhält sich dieser Zustand der Atrioventricularfurche dauernd nur bei den Fischen. Aber auch unter den

[1] Wenn ich hier und im Folgenden noch wiederholt — soweit nothwendig — auf entwickelungsgeschichtliche Thatsachen Bezug nehme, so schliesse ich mich bei der Darstellung derselben im Wesentlichen an die folgenden Schriften von Wilhelm His sen. an:

1. *Anatomie menschlicher Embryonen*;
2. *Beiträge zur Anatomie des menschlichen Herzens.*

Beide bei C. F. W. Vogel in Leipzig.

von mir untersuchten Amphibienherzen zeigte eins, nämlich das des Frosches, der oben Seite 5 wegen seines abweichenden Verhaltens von der allgemeinen Beschreibung ausgenommen wurde, noch eine Andeutung dieses primitiven Zustandes. Fig. 10, Taf. I stellt einen Schnitt aus diesem Herzen dar. Bei ihm war die in den Ventrikel hervorragende Falte mit ihren beiden Blättern und der — in der Figur mit dem *X* bezeichneten — Uebergangsstelle derselben noch recht deutlich zu erkennen, während das Verhalten bei dem anderen Frosch, ebenso wie bei den beiden Molchen sich schon mehr dem in Fig. 9 von der Ringelnatter abgebildeten näherte.

Bei diesen letzteren Herzen springt der Trichter des Ohrcanals nicht in den Ventrikel vor; er hat sich der Wand desselben angelegt, mit deren Musculatur sein äusseres Blatt verschmolzen und also nicht mehr als selbstständige Muskelschicht erkennbar ist; durch das Bindegewebe der Atrioventricularfurche ist es von dem inneren Blatt der trichterförmigen Falte, dem Atriumantheil des Ohrcanals, völlig getrennt, und letzteres legt sich nun der Innenfläche der Ventrikelmusculatur an und geht continuirlich in die Trabekel derselben über. (Diese Uebergangsstelle ist in unserer Fig. 9, Taf. I durch das *X* bezeichnet.) So bildet sich hier aus dem Ohrcanal secundär eine neue Art der musculären Verbindung zwischen Atrium- und Ventrikelmusculatur.

Die venösen Klappen sind in allen diesen Herzen reine Bildungen des Endocards. Sie sitzen der Basis des Trichters auf, ohne zu ihr in andere als topographische Beziehungen zu treten. Auf diese Entstehungsweise der Klappen bei den niederen Wirbelthieren macht auch His jun. besonders aufmerksam, und unsere Figg. 9 und 10, Taf. I lassen ebenfalls dies Verhalten erkennen, das deshalb eine besondere Bedeutung für unseren Gegenstand hat, weil in ihm der wesentliche Unterschied zwischen den Verhältnissen an der Atrioventriculargrenze des Herzens bei diesen niederen Wirbelthieren einerseits, und den später zu besprechenden Zuständen bei den Säugethieren andererseits begründet ist. Denn während bei den Fisch-, Amphibien- und Reptilienherzen der Ohrcanal zur Herstellung des musculösen Zusammenhanges zwischen den einzelnen Abtheilungen des Herzens verwendet ist, indess die Klappen von ihm unabhängige, ausschliesslich endocardiale Bildungen sind, wird er bei den höheren Thieren zum Klappenapparat des Ostium venosum umgebildet und muss somit aufhören, die musculäre Verbindung zwischen Atrien und Ventrikel zu vermitteln.

Auch Gaskell (siehe oben, S. 6) hat — und zwar bereits im Jahre 1883 — an Amphibien- und Reptilienherzen (Frosch und Schildkröte) diese Verhältnisse gesehen und im Ganzen richtig dargestellt. Nur scheint mir nach meinen Präparaten und in Uebereinstimmung mit His, als ob nicht, wie Gaskell meint, um das Ostium atrioventriculare ein besonderer Ring

circulär angeordneter Muskelfasern verliefe, von welchem Atrium- und Ventrikelmusculatur ihren Ursprung nehmen, sondern vielmehr, dass an der beschriebenen Stelle Atrium- und Ventrikelmusculatur continuirlich in einander übergehen, was ja auch der besprochenen Entwickelung des Ostium atrioventriculare mehr entspricht. Auch habe ich nicht finden können, dass die Muskelzellen an der Stelle, wo der Uebergang von Vorhofs- und Kammermusculatur sich vollzieht, irgendwie wesentlich anders aussehen, als die der übrigen Theile des Myocards. Man kann aber, am besten auf Tangentialschnitten, feststellen, dass das Gefüge der Musculatur daselbst lockerer und das interstitielle Gewebe reichlicher ist als anderswo.

Von Säugethierherzen kamen zur Untersuchung:

1. eins von einer jungen Ratte (Mus decumanus);
2. eins von einem jungen Löwen (Felis leo);
3. zwei Pavianherzen (Cynocephalus Sphinx);
4. ein Menschenherz (Homo sapiens).

Die Verhältnisse liegen hier bei Weitem nicht so einfach, wie bei den vorher beschriebenen Herzen der Amphibien und Reptilien.

Das Säugethierherz gleicht zwar in seinen frühesten Entwickelungsstadien (das des Menschen etwa in der 5. Woche[1]) völlig dem ausgebildeten Herzen der niedersten Wirbelthiere. Wir finden auch hier den einfachen Ventrikel, der durch den Canalis auricularis mit den Vorhöfen in Verbindung steht. Der Ohrcanal ist in den Ventrikel eingestülpt und bildet rings um das Ostium atrioventriculare die schon des öfteren erwähnte trichterförmige Falte, welche aus zwei Blättern besteht, die am freien Rande, der Umschlagsstelle der Falte, continuirlich in einander übergehen. Sonach ist beim embryonalen Säugethierherzen dieselbe Art der Verbindung zwischen Vorkammer und Kammer gegeben, wie bei den primitivsten Wirbelthierherzen. Die secundäre Verbindung zwischen Vorkammer- und Kammermusculatur, die sich in Amphibien- und Reptilienherzen, wie oben geschildert, aus dem inneren Blatte des Ohrcanaltrichters bildet, kann nun beim Säugethierherzen nicht entstehen, da hier die Trichterfalte als Ganzes zur Bildung des Klappenapparates am venösen Ostium benutzt wird, während die Klappen im Herzen der niederen Wirbelthiere nur in unansehnlichen, der Basis des Trichters aufsitzenden, rein endocardialen Bildungen bestehen.

Die Umbildung des eingestülpten Ohrcanals zu den randständigen Klappensegeln des Säugethierherzens erfolgt nun in der Weise, dass das pericardiale Bindegewebe der Atrioventricularfurche zwischen die beiden Blätter des Trichters einwächst, um alsdann den Hauptbestandtheil der Klappen zu bilden. Die Musculatur des Canalis auricularis geht fast ganz

[1] His sen. a. a. O.

zu Grunde; nur die dem Atrium zugewandte Fläche der Klappensegel enthält meist noch spärliche Reste derselben. Wie man sieht, ist bei dieser Art der Umbildung des ursprünglichen Ohrcanaltrichters eine Gelegenheit zur Entwickelung einer secundären Muskelverbindung zwischen Vorhof und Ventrikel nicht geboten, und so findet man denn im ausgebildeten Säugethierherzen jenes directe Ineinanderübergehen von Vorhofs- und Ventrikelmusculatur nicht; vielmehr zeigt die Atrioventricular grenze in der Seitenwand des rechten sowohl wie des linken Herzens eine vollkommene Trennung des Myocards der Atrien von dem der Ventrikel durch reichliches Bindegewebe und nirgends besteht zwischen beiden ein musculöser Zusammenhang.

Auf einzelnen Schnitten sieht man zwar Theile der Musculatur ziemlich weit in das Bindegewebe hinein vorspringen; aber wenn man nun die in der Serie voraufgehenden und nachfolgenden Schnitte daraufhin untersucht, ob sich vielleicht eine Fortsetzung des vorgeschobenen Muskelbündels finde, so dass sich daraus eine schräg verlaufende Muskelbrücke reconstruiren liesse, so ist das Ergebniss stets ein negatives, und ich komme — in Uebereinstimmung mit Robert Retzer, welcher sich ebenfalls mit diesen Verhältnissen eingehend beschäftigt und gute Abbildungen von Schnitten durch die in Rede stehende Gegend giebt — zu dem Resultat, dass längs der Atrioventricular grenze, soweit sie den Wandungen des Herzens angehört, Atrium und Ventrikel verbindende Muskelzüge nicht mit Sicherheit nachzuweisen sind, wie dies — entsprechend der oben in aller Kürze skizzirten Entwickelung der Atrioventricular grenze im Säugethierherzen und der Umgestaltung des Ohrcanals zu den peripherischen Segeln der venösen Klappen — auch nicht anders zu erwarten war.

Auch die von Stanley Kent (siehe oben, S. 6) beschriebenen, eigenthümlichen, vielverzweigten Muskelzellen, die das dichte Bindegewebe der Atrioventricular grenze durchsetzen sollen, habe ich in keinem der von mir untersuchten Säugethierherzen beobachten können; ebenso wenig hat Retzer sie aufzufinden vermocht.

Grössere Bedeutung können vielleicht die Befunde von Stanley Kent, die er an neugeborenen Ratten gemacht hat, für sich in Anspruch nehmen. Er macht ausdrücklich darauf aufmerksam, dass die Ratte in einem ausserordentlich frühen Entwickelungsstadium zur Welt kommt, und geht von diesem Material aus, eben um möglichst primitive Zustände zu finden. Und so beobachtete er denn auch einen ähnlichen continuirlichen Uebergang der Vorhofsmusculatur in diejenige der Ventrikel in der Gegend des alten Canalis auricularis, wie er weiter oben von uns für andere auf einer tieferen Stufe der Organisation stehende Herzen geschildert wurde.

Aber diese Befunde an dem unausgebildeten Herzen der neugeborenen Ratte — so interessant sie sind, vom entwickelungsgeschichtlichen Stand-

punkte aus in ihren soeben angedeuteten Beziehungen zu anderen primitiven Herzen betrachtet — entbehren doch jeglicher Bedeutung für die morphologischen und functionellen Verhältnisse des höher entwickelten, ausgewachsenen Säugethierherzens, bei welchem, wie wiederholt hervorgehoben, die bisher behandelte einfachere Art der musculären Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel aufgegeben ist.

An die Stelle dieser tritt weiterhin ein besonderer musculöser Apparat, zu dessen Besprechung wir nunmehr kommen, indem wir unsere Aufmerksamkeit von den Wandungen des Herzens auf das Septum cordis hinüberlenken.

Wir haben seither in unseren Betrachtungen die Entwickelung des Herzens, speciell der Atrioventriculargrenze desselben, verfolgt von dem frühen Stadium des einfachen, schleifenförmig gekrümmten Rohres an bis zu jenem Zustande, wo durch das Auswachsen der Herzohren, die den Bulbus arteriosus, den vorderen, aufsteigenden Schenkel der Schleife umgreifen, und durch die Ausbildung des Canalis auricularis die Differenzirung zwischen Vorhofs- und Ventrikelantheil der ganzen ursprünglichen Anlage gegeben ist. Wir haben ferner kennen gelernt die Einstülpung des Ohrcanals in den Ventrikel und gesehen, wie die durch diese oft erwähnte Einstülpung entstehende trichterförmige Falte einerseits bei primitiven Herzen zunächst ganz direct, später auf Grund einer secundären Umbildung in etwas complicirterer Weise die musculöse Verbindung zwischen Atrium und Ventrikel vermittelt, und wie sie andererseits im höher organisirten Säugethierherzen zu den peripherischen, d. h. von der Wand des Herzens entspringenden, Segeln der Atrioventricularklappen umgebildet wird.

Für die weitere Ausgestaltung des Säugethierherzens ist nun im Wesentlichen maassgebend die vollständige Trennung seiner sämmtlichen Höhlen in eine rechte und linke Hälfte durch die Entwickelung eines lückenlosen Septum cordis. Dasselbe kommt folgendermaassen zu Stande:

Indem die seitlichen Abschnitte des Ventrikeltheiles der Herzanlage ein stärkeres Wachsthum zeigen als die Mitte, entsteht eine in sagittaler Richtung über die Oberfläche des Ventrikels verlaufende Furche, die im Innern desselben als sichelförmige Leiste imponirt und also den bisher einheitlichen Hohlraum in eine rechte und linke Hälfte — rechten und linken Ventrikel — theilt. Am oberen Rande dieses sichelförmigen Septum inferius stehen rechter und linker Ventrikel durch das Ostium interventriculare noch unter einander in Verbindung.

In gleicher Weise entsteht durch bedeutenderes Wachsthum der Herzohren eine vom Dach der Atrien in die Höhle derselben hineinragende, von vorn nach hinten verlaufende sichelförmige Falte, das Septum superius, welches rechten und linken Vorhof scheidet.

Somit ist sowohl im Gebiet der Ventrikel, wie auch in dem der Atrien die Trennung in eine rechte und linke Hälfte angelegt; sie fehlt aber noch in der Gegend der venösen und arteriellen Ostien des Herzens.

Daselbst liegt vorn der Bulbus arteriosus, dahinter der Ohrcanal. In ersterem entsteht durch Wucherung des endothelialen Antheiles der Herzanlage, ohne Betheiligung der Musculatur, das bindegewebige Septum aorticum, welches den Bulbus arteriosus in die mehr nach vorn gelegene Pulmonalis und die hinter dieser liegende Aorta sondert. Dieses Septum aorticum verwächst alsdann in der Weise, dass die Aorta nur noch mit dem linken, die Pulmonalis mit dem rechten Ventrikel communicirt, mit dem vorher erwähnten Septum inferius, der Ventrikelscheidewand, und ist am ausgebildeten Herzen noch kenntlich als sogen. Septum membranaceum.

Weit complicirter gestalten sich die Verhältnisse an dem — für unsere weiteren Betrachtungen in erster Linie wichtigen — Ostium venosum, das aus dem anfangs noch einheitlichen Ohrcanal besteht. An dessen vorderer und hinterer Wand bildet das Endocard je einen bindegewebigen Wulst, die vordere und hintere Atrioventricularlippe, die schliesslich in der Mitte verwachsen und das Ostium atrioventriculare in eine rechte und linke Hälfte sondern. Mit dieser aus den beiden Atrioventricularlippen entstandenen Substanzleiste verschmilzt nun eine aus der hinteren Vorhofswand nach vorn und unten gegen das Ostium atrioventriculare hervorwachsende, ebenfalls bindegewebige Lamelle, die Spina vestibuli. Die aus den Atrioventricularlippen hervorgegangene, den Ohrcanal in ein rechtes und linkes Ostium venosum trennende Leiste und die Spina vestibuli bilden zusammen nach ihrer Verwachsung das Septum intermedium.

Zwischen diesem und dem Septum superius besteht nun noch eine breite Communication zwischen beiden Atrien, das Foramen ovale. Hier gewinnt nun die Verschmelzung des Venensinus mit dem Vorkammertheil des Herzens einen wesentlichen Einfluss auf die weitere Ausgestaltung der Scheidewand.

In einem frühen Entwickelungsstadium vereinigen sich sämmtliche Venen, die ihr Blut dem Herzen zuführen, zu einem gemeinsamen grösseren Blutraum, dem Sinus venosus, der zwischen dem Zwerchfell und der Vorkammer des Herzens liegt und in die letztere durch eine Oeffnung, die Porta vestibuli, mündet. Diese Mündung nimmt an Grösse immer mehr zu, so dass schliesslich der Venensinus als Theil des rechten Vorhofs imponirt, während die eigentlich in ihn sich ergiessenden grossen Venen im ausgebildeten Herzen direct in das Atrium zu münden scheinen.

Indem sich nun der Sinus venosus immer mehr in den rechten Vorhof eindrängt, treten die Ränder seiner Einmündungsstelle immer stärker als Valvula dextra (Eustachii) und Valvula sinistra hervor. Die Valvula dextra

persistirt als die die Mündung der unteren Hohlvene begrenzende, unter dem Namen Valvula Eustachii bekannte Bildung, während die Valvula sinistra sich in das Foramen ovale hineinlegt, den häutigen Abschluss desselben bildend. Da, wo am unteren Ende der Mündung des Venensinus Valvula dextra und sinistra zusammenstossen, bilden sie eine vorspringende musculöse Leiste, die sich dem bindegewebigen Septum intermedium anlagert und mit diesem zusammen als Limbus fossae ovalis (Vieussenii) den unteren Rand der Fossa ovalis bildet.

Schon früher ist hier das Septum intermedium mit der oberen Kante des Septum inferius verwachsen, so den hinteren Theil des Ostium interventriculare verschliessend. Da nun das Septum intermedium erheblich breiter ist, als der obere Rand des Septum inferius, so überragt es denselben nach beiden Seiten. Diese, in den rechten wie linken Ventrikel hineinragenden Seitenränder des bindegewebigen Septum intermedium wachsen nun zu den vom Septum cordis entspringenden Klappensegeln der Tricuspidalis und Mitralis aus; sein mittlerer, der oberen Kante des Septum inferius aufliegender Theil dagegen trennt als bindegewebige Atrioventricular grenze Vorhofs- und Kammermusculatur im Septum cordis, jedoch nicht vollständig; vielmehr dient das Bindegewebe hier einem starken Muskelzug als Scheide, der von der vorher erwähnten Muskelmasse des Limbus Vieussenii seinen Ursprung nimmt, allmählich selbstständig wird und das Bindegewebe durchdringt. Indem er sich dann der oberen Kante des Septum inferius anlegt, gelangt er nach dessen linker Seite, wo er sich unterhalb der Verbindungsstelle des letzteren mit dem Septum aorticum in der Musculatur verliert.

In der für die topographische Anatomie des erwachsenen Herzens üblichen Ausdrucksweise heisst das also: Wir finden ganz constant ein Muskelbündel, das, in der rechten Seite der Vorhofsscheidewand unterhalb der Fossa ovalis beginnend, das Bindegewebe zwischen Septum atriorum und Septum ventriculorum durchsetzt und sich schliesslich mit der Musculatur der Ventrikelscheidewand unmittelbar unterhalb des Septum membranaceum verbindet.

Das Bündel findet sich in allen von uns untersuchten Säugethierherzen, und auch der soeben angedeutete Verlauf kehrt im Grossen und Ganzen regelmässig in derselben Weise wieder, wie wir sehen werden, indem wir uns nunmehr der Beschreibung der Atrioventricular grenze im Septum der einzelnen von uns untersuchten Säugethierherzen zuwenden.

Zunächst wurde das Herz einer jungen Ratte von etwa 6 cm Länge nach dem oben auf Seite 8 unter A. beschriebenen Verfahren vorbehandelt und eine Reihe von 35 Schnitten von 20 μ Dicke aus allen Theilen des

Herzens untersucht. Durchmustert man dieselben, mit den hinteren Abschnitten des Herzens beginnend und nach vorn fortschreitend, so bemerkt man, dass von dem Theile der Vorhofsscheidewand, der in den Schnitten als starker Muskelwulst unterhalb des Querschnittes der Fossa ovalis sich vorwölbt und als Limbus Vieussenii deren vorspringenden unteren Rand bildet, ein starkes Bündel von Muskelfasern sich von rechts her in das Bindegewebe der Atrioventricular grenze hineindrängt, bis es von demselben auf mittleren Schnitten allseitig umgeben ist und sich als ovaler Querschnitt gelb gefärbt von dem leuchtend roth tingirten Bindegewebe abhebt. In den nun folgenden Schnitten, die bereits durch den Ursprung der Aorta und weiterhin durch das Septum membranaceum verlaufen, ist das Bündel mehr und mehr über die obere Kante des Septum ventriculorum (= Septum inferius) nach dessen linker Seite hinübergetreten und liegt nun unterhalb des Aortenursprunges und des Septum membranaceum (= Septum aorticum), um sich schliesslich in der Musculatur des Septum ventriculorum zu verlieren.

Einen ähnlichen Befund bot das Herz eines neugeborenen Löwen dar, welches nach Methode B. (siehe oben, Seite 8) präparirt wurde. Aus dem Septum desselben kamen 59 Schnitte von 20 μ Dicke als Serie und daneben eine grössere Anzahl nur 10 μ dicker Schnitte zum Studium der feineren Structur des Atrioventricularbündels einzeln zur Untersuchung (Fig. 8, Taf. I).

Das erwähnte Muskelbündel finden wir auch hier wieder zuerst in den Schnitten, die das Septum unmittelbar hinter dem Aortenursprung durchsetzen. Es geht von der Vorhofsmusculatur an der rechten Seite des untersten Theiles des Septum atriorum aus: Da, wo die Musculatur des letzteren an das Bindegewebe der Atrioventricular grenze anstösst, sieht man zuerst, wie an zwei Stellen das Bindegewebe nach oben und rechts in die Musculatur hinein vorspringt, während der zwischen diesen beiden Bindegewebsfortsätzen liegende, durch sie von der übrigen Muskelmasse der Vorhofsscheidewand ausgesonderte Abschnitt der Musculatur sich ein wenig in das Bindegewebe der Atrioventricular grenze hinein seinerseits vorwölbt; ein Verhalten, das nun in jedem folgenden Schnitt immer ausgesprochener wird, bis das Bündel, vollkommen von der Vorhofsmusculatur getrennt, mitten im Bindegewebe liegt. Es tritt nun immer mehr nach links hinüber und schliesslich findet man es unterhalb des Aortenursprungs an der dem linken Ventrikel zugekehrten Oberfläche des Septum ventriculorum, wo es noch weit nach vorn als selbstständiges Bündel zu verfolgen ist. Jedoch kann man an vielen Stellen seine Muskelfasern continuirlich in die Kammermusculatur übergehen sehen.

Weiterhin kamen zwei Pavianherzen zur Untersuchung. Beide wurden ebenfalls nach Methode B. (siehe oben, Seite 8) präparirt. Aus dem Sep-

tum des einen wurden 69, aus dem des anderen 80 Schnitte von 20 μ Dicke durchmustert und es fand sich auch bei ihnen das Atrioventricularbündel von ähnlichem Verlauf. Aus dem untersten musculösen Theile des Septum atriorum sich absondernd, dringt es von rechts her in das Bindegewebe der Atrioventriculargrenze ein, von dessen rother Färbung auf einer grösseren Anzahl von Schnitten sein Querschnitt sich als gelbes Oval recht augenfällig abhebt. Weiter nach vorn tritt das Muskelbündel nach links unter dem Aortenursprung hindurch, um sich schliesslich auf der linken Seite des Septum ventriculorum an dessen Oberfläche zu verbreiten und vielfach sowohl durch Contact als auch durch continuirlichen Uebergang seiner Fasern mit der Musculatur desselben in Beziehung zu treten, ganz ähnlich, wie wir dies für das Menschenherz nunmehr ausführlicher beschreiben wollen.

Vom Septum dieses letzteren, das wie alle grösseren Herzen nach Methode B. (siehe oben, Seite 8) vorbereitet worden war, wurden 91 Schnitte von 20 μ Dicke durchgesehen. Die Figg. 1 bis 5 der Taf. I stellen eine Auswahl dieser Schnitte dar. Man sieht im oberen Theile der Figuren das Septum atriorum (*S. A.*), im unteren Theile das Septum ventriculorum (*S. V.*), mit ihrer gelb gefärbten Musculatur. Zwischen beiden erkennt man das roth gefärbte Bindegewebe der Atrioventriculargrenze, von dem die Klappensegel der Tricuspidalis (*Tr*) und Mitralis (*Mi*) entspringen (vgl. auch S. 16). Unter dem am Septum befestigten Segel der Mitralis hindurch erstreckt sich der Ursprung der Aorta (*Ao*). Das letzte der Bilder (Fig. 5, Taf. I) lässt unterhalb der Aorta, in der man die hintere Semilunarklappe bemerkt, das Septum membranaceum erkennen. In Fig. 1, Taf. I sieht man ganz oben, gerade noch in das Gesichtsfeld hineinragend, einen Theil der von dem Schnitt getroffenen Fossa ovalis mit ihrem unteren Rande, dem Limbus Vieussenii, dessen ansehnliche Muskelmasse den untersten Abschnitt des Septum atriorum bildet.

Von dieser Muskelmasse nun sondert sich der in den Figuren durch das *X* bezeichnete Theil und wird, indem er sich in den folgenden Schnitten als vom Bindegewebe mehr und mehr umwachsen darstellt, immer selbstständiger, bis er völlig isolirt und rings vom Bindegewebe umgeben ist (Fig. 3, Taf. I). Hier im Bindegewebe verläuft das Bündel eine Strecke weit in horizontaler Richtung längs der oberen Kante des Septum ventriculorum, so dass sein ovaler Querschnitt nunmehr in einer langen Reihe von Schnitten erscheint. Während alsdann das Atrioventricularbündel allmählich über den oberen Rand des Septum ventriculorum nach links hinübertritt, verliert sein Querschnitt die ovale Form; es breitet sich an der linken Seite der Kammerscheidewand unmittelbar unter deren endocardialem Ueberzug flächenhaft aus (Fig. 4, Taf. I) und wird schliesslich durch einwachsendes

Bindegewebe in zwei Theile gespalten (Fig. 5, Taf. I), von denen der obere mit der Ventricularmusculatur so vollständig verschmilzt, dass er weiterhin in den Schnitten nicht mehr herauszuerkennen ist, während der untere Abschnitt des Bündels noch auf vielen Schnitten als selbstständige Bildung erscheint; doch nimmt sein Volumen mehr und mehr ab dadurch, dass seine Muskelfasern einzeln und in feineren Zügen in die Musculatur der Ventricularscheidewand übergehen. Fig. 7, Taf. I stellt an der durch das *X* bezeichneten Stelle einen solchen Uebergang dar; man sieht rechts oben am Rande eben noch das roth gefärbte Endocard in das Gesichtsfeld hineinragen, darauf folgt eine dünne Schicht von längs getroffenen Muskelfasern des Atrioventricularbündels, von der — die linke untere Hälfte des Gesichtsfeldes einnehmenden, schräg durchschnittenen — Ventrikelmusculatur durch wenig lockeres Bindegewebe getrennt. Das *X* bezeichnet nun einen, dies Bindegewebe durchsetzenden Muskelzug, der vom Atrioventricularbündel ausgeht und sich continuirlich in die Musculatur des Septum ventriculorum fortsetzt. Um eine leichtere Orientirung zu ermöglichen, ist in Fig. 4, Taf. I der Theil des Schnittes, der dem in Fig. 7 bei stärkerer Vergrösserung dargestellten entsprechen würde, durch einen Kreis abgegrenzt. Solche Uebergänge sind in ganz derselben Weise auch in den übrigen Herzen beobachtet worden, wobei ihrer bereits Erwähnung gethan wurde (vgl. oben Seite 17 und 18). Auch Retzer beschreibt sie in seiner oben (siehe Seite 8) ausführlich citirten Arbeit.

Noch ist zu erwähnen, dass auch im ersten Anfang seines Verlaufes, noch ehe es vollständig vom Bindegewebe umschlossen ist, das Atrioventricularbündel manchmal in directe Beziehung zur Ventrikelmusculatur tritt. Das Bindegewebe, welches Atrium und Ventrikelmusculatur trennt, besteht an dieser Stelle theilweise nur aus einem lockeren Geflecht ziemlich dünner Faserzüge und wird stellenweise von Muskelbündeln durchbrochen, wie dies Fig. 6, Taf. I zur Anschauung bringt. Das *X* bezeichnet wiederum die Stelle, auf die es ankommt. Zur besseren Orientierung ist in Fig. 1, Taf. I der Theil der Atrioventriculargrenze, den Fig. 6 in stärkerer Vergrösserung wiedergiebt, mit einem Kreis umschlossen. Man wird, wenn auch Fig. 6 nicht aus demselben Schnitt stammt, den Fig. 1 darstellt, doch unschwer die einander entsprechenden Theile in beiden Figuren wiedererkennen. Um dies zu erleichtern, ist in Fig. 6 die dem Septum atriorum angehörende Musculatur, von der das Atrioventricularbündel noch nicht völlig getrennt ist, mit *S. A.*, der in das Gesichtsfeld hineinragende, oberste Theil des Septum ventriculorum mit *S. V.* bezeichnet worden. Uebrigens beschreibt sowohl His jun. als auch Retzer ein solches Verhalten des Atrioventricularbündels in seinem Anfangstheil. Ich habe es ausser im Menschenherzen bei den beiden Affen und der Ratte gefunden, während ich es bei dem neugeborenen Löwen nicht beobachten konnte.

Was nun die feinere Structur dieses Muskelbündels betrifft, so ist zunächst über die Verlaufsrichtung der einzelnen Muskelfasern innerhalb des Bündels zu bemerken, dass dieselbe in der Hauptsache mit der Längsrichtung des ganzen Bündels zusammenfällt; im Anfangstheil des Verlaufes, im Septum atriorum, unterscheidet sich ihre Richtung nicht wesentlich von der der benachbarten Vorhofsmusculatur; demnächst, da wo das Atrioventricularbündel seine volle Selbstständigkeit gewonnen hat, verlaufen seine Muskelfasern — wie die Längsaxe des Bündels selbst — horizontal und dem oberen scharfen Rande des Septum ventriculorum parallel; man findet also in den betreffenden Schnitten, die das Atrioventricularbündel rings vom Bindegewebe umschlossen zeigen, bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen, die einzelnen Muskelzellen quer getroffen, ein Verhalten, das in Fig. 8, Taf. I vom Löwenherzen abgebildet ist. Endlich an der linken Seite des Septum ventriculorum nehmen die Fasern des nunmehr flächenhaft an der Oberfläche des Septum ausgebreiteten atrioventricularen Muskelzuges einen senkrecht nach unten, nach der Herzspitze zu gerichteten Verlauf, so dass wir sie in unseren Präparaten im Längsschnitt antreffen (vgl. Fig. 7, Taf. I).

Bei fast allen untersuchten Thieren fällt einem beim Durchsehen der Präparate schon bei schwacher Vergrösserung zunächst fast überall auf, dass das beschriebene Muskelbündel sich im Farbenton deutlich von der umgebenden Musculatur abhebt, und zwar von derjenigen der Ventrikelscheidewand stärker als von der des Septum atriorum. Betrachten wir den Bau des Atrioventricularbündels nun bei stärkerer Vergrösserung — und Fig. 7, Taf. I gestattet dies im Längsschnitt für das Menschenherz, während Fig. 8, Taf. I einen dünnen Querschnitt des Atrioventricularbündels aus dem Löwenherzen darstellt — so fällt auf, dass das Gefüge seiner Muskelfasern ein lockereres ist, und dass stellenweise ein zartes Bindegewebe zwischen denselben erscheint. Ferner verlaufen seine Fasern meist in anderer Richtung als diejenigen der umgebenden Musculatur. Dagegen zeigen weder die Längsschnitte noch die besonders charakteristischen polygonalen Querschnitte mit dem in der Mitte liegenden Kern, wie sie Fig. 8, Taf. I recht gut erkennen lässt, irgend welche bedeutendere Abweichungen von dem sonstigen Verhalten der Herzmuskelzellen; und ich bin mit R. Retzer der Meinung, dass die oben namhaft gemachten Umstände genügen, um das etwas abweichende Aussehen des beschriebenen Atrioventricularbündels zu erklären, besonders auch deshalb, weil es sich, wie ein Blick auf die hier in Frage kommenden Figuren (1, 2 und 6) lehrt, von der Vorhofsmusculatur, so lange es in deren Nachbarschaft verläuft, nicht merklich unterscheidet; denn eine Abweichung von dieser könnten die obigen Befunde nicht erklären, da einmal das Muskelbündel, wie oben auf dieser Seite erwähnt, mit der Vorhofsmusculatur, von der es ausgeht, in gleicher Richtung verläuft,

andererseits das Muskelgewebe der Vorhofsscheidewand, ebenso wie das des atrioventricularen Muskelbündels, sowohl ein lockereres Gefüge, als auch ein reichlicheres interstitielles Bindegewebe als die Ventrikelmusculatur aufweist, wovon ein Blick auf die Figuren überzeugen wird.

Was nun endlich die Grösse dieses Vorhofs- und Ventrikelmusculatur verbindenden Faserzuges betrifft, so ist er ein ziemlich ansehnliches Gebilde. Um davon eine Vorstellung zu geben, sei noch Folgendes bemerkt: Die Figg. 1 bis 5 Taf. I, die aus dem Herzen eines drei- bis vierjährigen Kindes stammen, sind in etwa vierfacher Vergrösserung gehalten. Das Bündel hat da, wo es rings vom Bindegewebe umschlossen ist, einen grössten Durchmesser von etwa 1 mm. Es ist bei Lupenvergrösserung leicht zu sehen, und, wenn man es einmal kennt, auch mit blossem Auge in den gegen das Licht gehaltenen Präparaten aufzufinden.

Wir haben also in allen von uns untersuchten Säugethierherzen ein Vorhofs- und Ventrikelmusculatur verbindendes Muskelbündel von im Grossen und Ganzen überall gleichem Verlaufe aufgefunden. Es entspringt unterhalb der Fossa ovalis aus der Vorhofsscheidewand an deren rechter Seite und durchsetzt, über die obere Kante des Septum ventriculorum schräg nach vorn und links verlaufend, das Bindegewebe der Atrioventriculargrenze, um unterhalb des Aortenursprungs und des Septum aorticum an der linken Seite der Kammerscheidewand mit deren Musculatur vielfache Verbindungen einzugehen.

Das Gesammtergebniss der vorliegenden Untersuchung aber lässt sich folgendermaassen kurz zusammenfassen: Im primitiven Wirbelthierherzen stellt zunächst ein Abschnitt des ursprünglichen Herzschlauches — der Ohrcanal — anfangs ganz unmittelbar, demnächst auf Grund einer Umbildung in etwas complicirterer Weise secundär den Zusammenhang zwischen Atrien und Ventrikel her. Aber zu der Zeit, wo dieser Abschnitt der ersten Anlage durch die Umbildung zu dem höher organisirten Klappenapparat des Säugethierherzens seiner bisherigen Bestimmung entzogen wird, tritt im Septum cordis, das bei der Ausbildung des complicirten Warmblüterherzens weiterhin eine immer wichtigere Rolle spielt, ein neuer, wohl differenzirter, selbstständig ausgebildeter Apparat zur Verbindung der Vorhofs- und Ventrikelmusculatur in die Erscheinung, der anscheinend nur diesem einen Zwecke dient und sich in stets gleicher Weise bei den verschiedensten Gattungen der höheren Wirbelthiere hat nachweisen lassen.

Gestützt somit auf die Befunde der Eingangs citirten zuverlässigen Beobachter und auf meine eigenen in dieser Arbeit niedergelegten Unter-

suchungen, glaube ich nunmehr aussprechen zu dürfen, dass der alte Lehrsatz, „die Musculatur der Herzkammern sei von der der Vorkammern vollständig getrennt“, gegenwärtig nicht mehr aufrecht erhalten werden kann, nachdem bei zahlreichen Vertretern der verschiedensten Wirbelthierclassen zwischen Atrium und Ventrikel des Herzens musculöse Verbindungen verschiedener Art — je nach der Entwickelungsstufe, die das Herz der betreffenden Species repräsentirt — von mehreren Untersuchern unabhängig von einander in einwandfreier Weise nachgewiesen sind.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I.)

Fig. 1 bis **5.** Ausgewählte Schnitte aus einer Serie vom Menschenherzen zur Demonstration des Verlaufes des Atrioventricularbündels.

S. A. Septum atriorum.
S. V. Septum ventriculorum.
Ao. Ursprung der Aorta.
Mi. Aortenzipfel der Mitralklappe.
Tr. Tricuspidalis.

(Die Bezeichnungen sind nur in Fig. 3 beigefügt, verstehen sich aber für sämmtliche Figuren.) Vergrösserung etwa 4fach.

Fig. 6 stellt den durch den Kreis in Fig. 1 abgegrenzten Theil eines Schnittes dar, in dem ein Zusammenhang der Kammermusculatur mit dem Atrioventricularbündel an dessen im Septum atriorum gelegenem Anfangstheil erkennbar ist.

S. A. Septum atriorum.
S. V. Septum ventriculorum.

Vergrösserung etwa 25fach.

Fig. 7 zeigt den in Fig. 4 eingekreisten Bezirk in stärkerer Vergrösserung zur Demonstration eines directen Ueberganges von Muskelfasern aus dem Atrioventricularbündel in die Kammermusculatur bei seinem späteren Verlauf am Septum ventriculorum.

Vergrösserung etwa 50fach.

Fig. 8. Querschnitt durch das Atrioventricularbündel im Herzen des neugeborenen Löwen.

Vergrösserung etwa 150fach.

Fig. 9. Zusammenhang der Vorkammer- und Kammermusculatur im Ringelnatterherzen.

A. Atrium.
V. Ventrikel.

Vergrösserung etwa 25 fach.

Fig. 10. Zusammenhang der Vorkammer- und Kammermusculatur in einem Froschherzen.

Vergrösserung etwa 25fach.

In sämmtlichen Figuren bezeichnet das *X* das Atrioventricularbündel, bezw. die Stelle des Ueberganges von Vorkammer- und Kammermusculatur.

Thesen.

1. Die Behauptung, die Musculatur der Vorkammern sei von der der Kammern des Herzens vollständig getrennt, darf für alle Vertebratenherzen als widerlegt angesehen werden.

2. Die Neuronentheorie des Nervensystems kann zur Zeit noch nicht als völlig widerlegt angesehen werden; sie hat auch gegenwärtig noch ihren Werth und ist jedenfalls vorläufig unentbehrlich.

3. Eine endgültige Widerlegung der Neuronentheorie kann nur durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen bewirkt werden.

Lebenslauf.

Ich, Karl Braeunig, bin am 8. October 1879 als Sohn des Kaufmanns Theodor Braeunig und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Lorenz, zu Charlottenburg bei Berlin geboren. Mit sieben Jahren, Michaelis 1886, kam ich auf die Vorschule des Luisenstädtischen Gymnasiums zu Berlin, das ich Michaelis 1898 mit dem Zeugniss der Reife verliess, um Medicin zu studiren. Ich wurde bei der Königlichen Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen zu Berlin immatriculirt, bestand Michaelis 1900 das Tentamen physicum mit dem Prädicat „gut" und wurde am 15. Februar 1903 zum Unterarzt im Grossherzoglich Mecklenburgischen Füsilierregiment Nr. 90 in Rostock ernannt, gleichzeitig aber zur Dienstleistung in der Königlichen Charité abcommandirt. Seit dem 15. Februar 1904 bin ich, zwecks Ablegung der ärztlichen Staatsprüfung, zur Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen commandirt.

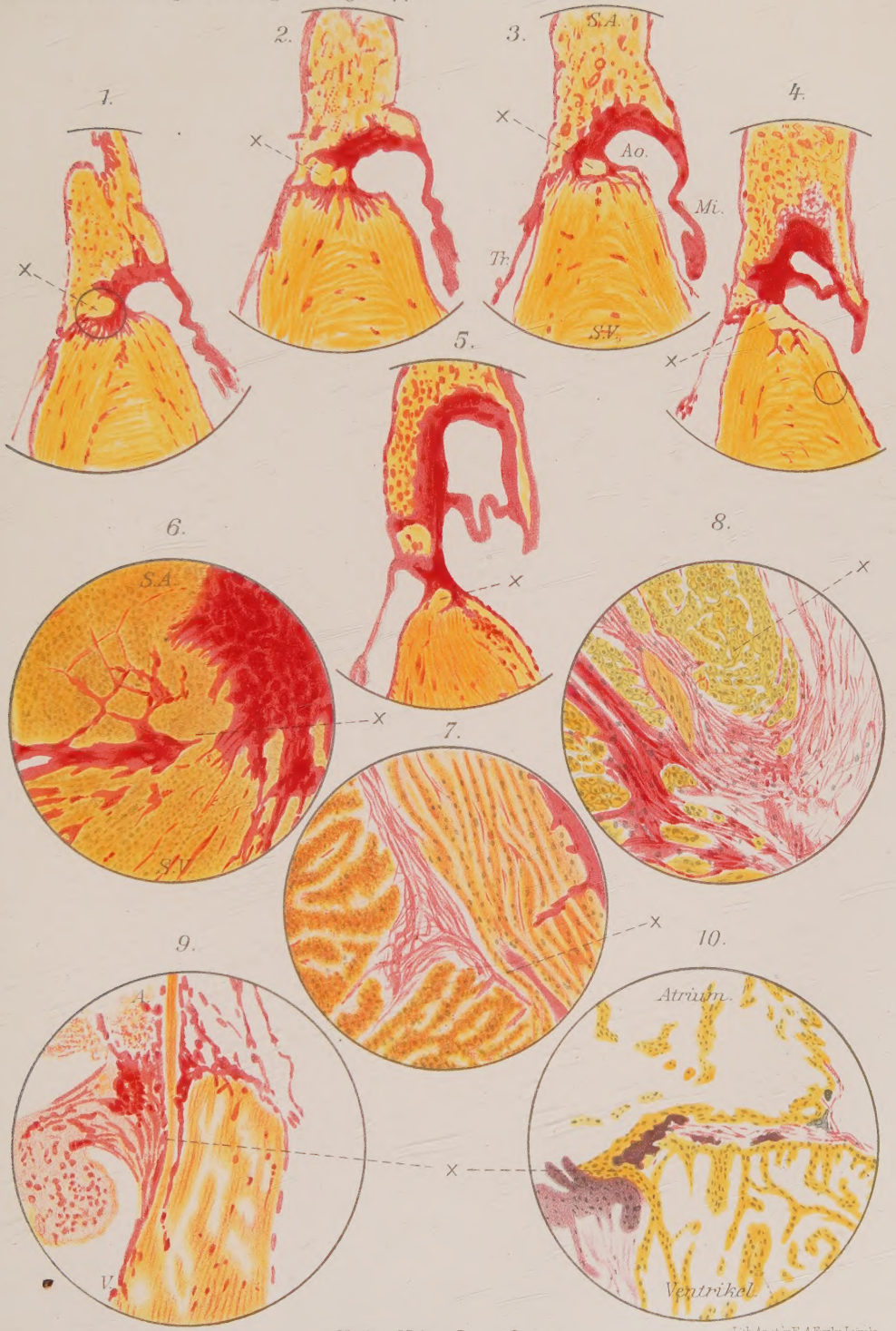
Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kurse und Kliniken der folgenden Herren Professoren und Privatdocenten: Bennecke, v. Bergmann, Brieger, Engelmann, Engler, Ewald, Fischer, Fränkel, Frey, Gabriel, Gerhardt †, Goldscheider, Gusserow, O. Hertwig, Heubner, Hiller, Jolly †, Köhler, König, Lesser, Lexer, v. Leyden, Liebreich, v. Michel, Olshausen, Oestreich, Passow, Rubner, Salkowski, Schwendener, Schweninger, Schultz, Schulze, Sonnenburg, Strassmann, Stumpf, Thierfelder, R. Virchow †, H. Virchow, Waldeyer, Warburg.

Von meinem siebenten Semester an habe ich im physiologischen Institut unter Leitung der Herren Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Th. W. Engelmann, Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Fritsch, Prof. Dr. J. Munk †, Prof. Dr. P. Schultz, Dr. L. Brühl und Dr. Max Borchert experimentell und mikroskopisch gearbeitet. Als Ergebniss dieser Untersuchungen sind im Jahrgang 1903 des Archivs für Anatomie und Physiologie, Physiol. Abthlg., zwei Abhandlungen erschienen:

1. Ueber Chromatolyse in den Vorderhornzellen des Rückenmarkes.
2. Ueber Degenerationsvorgänge im motorischen Teleneuron nach Durchschneidung der hinteren Rückenmarkwurzeln.

Ebenfalls im physiologischen Institut zu Berlin habe ich seit Ostern 1903 an der vorliegenden Inaugural-Dissertation gearbeitet.

Es sei mir gestattet, allen genannten Herren, insbesondere denjenigen, unter deren persönlicher Leitung zu arbeiten mir vergönnt war, auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen, herzlichen Dank auszusprechen. Vor Allem sei auch der vier inzwischen verstorbenen Professoren der Facultät, Carl Gerhardt, Friedrich Jolly, Immanuel Munk und Rudolph Virchow an dieser Stelle in herzlicher Dankbarkeit und Verehrung gedacht.



Verlag Veit & Comp. Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig